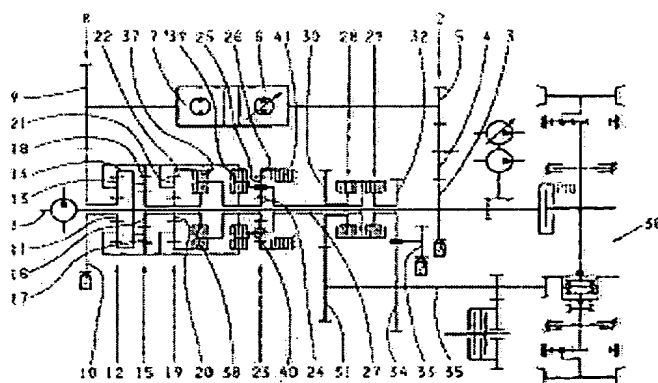


**Torque division transmission esp. for agricultural vehicles has coupled gear with four different seats of planetary gears, and hydrostatic branch with pump and motor volume of 40ccm/RPM**

**Patent number:** DE10128076  
**Publication date:** 2002-12-12  
**Inventor:** FISCHER WALTER [DE]; POHLENZ JUERGEN [DE]  
**Applicant:** ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]  
**Classification:**  
- **International:** F16H47/04  
- **European:** F16H47/04  
**Application number:** DE20011028076 20010609  
**Priority number(s):** DE20011028076 20010609

**Abstract of DE10128076**

The device has a mechanical and a hydrostatic branch, summed-up in a coupled gear. This consists of four planetary gear sets with couplings (37-41), and switching elements. The first gear set (12) has a standing transmission of approx. 3,0; that of the second set (15) is approx.2,8; of the third set (19) is approx. 3,8; and that of the fourth set (23) is approx. 3,8. The hydrostatic branch consists of a pump (6) with a volume of almost 40ccm/RPM, and a motor (7) with almost 40ccm/RPM.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

10 DE 101 28 076 A 1

51 Int. Cl. 7:  
F 16 H 47/04

21 Aktenzeichen: 101 28 076.9  
22 Anmeldetag: 9. 6. 2001  
43 Offenlegungstag: 12. 12. 2002

DE 101 28 076 A 1

71 Anmelder:  
ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046 Friedrichshafen,  
DE

72 Erfinder:  
Fischer, Walter, Dipl.-Ing., 88045 Friedrichshafen,  
DE; Pohlenz, Jürgen, Dipl.-Ing., 88214 Ravensburg,  
DE

55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

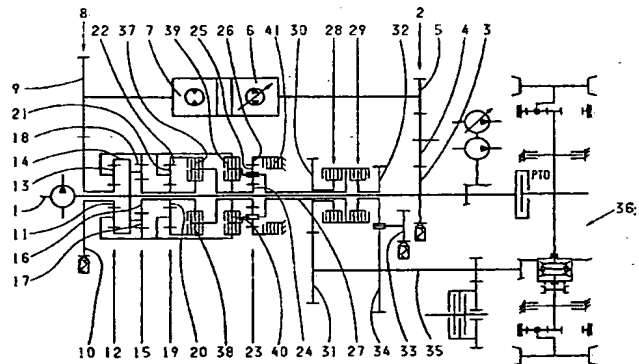
DE. 195 22 385 A1  
DE 40 21 643 A1  
DE 69 404 11 4T2  
EP 08 34 027 B1

MÜLLER, Herbert W.: Die Umlaufgetriebe, Springer-  
Verlag, 1998, S.231-241;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Leistungsverzweigungsgetriebe

57 Um ein Leistungsverzweigungsgetriebe mit einem hy-  
drostatischen und einem mechanischen Leistungs-  
zweig zu schaffen, bei welchem die Differenzdrehzahl einer  
nachgeschalteten Kupplung für Vorwärtsfahrt (28) und ei-  
ner nachgeschalteten Kupplung für Rückwärtsfahrt (29)  
nicht unzulässig hoch ausgeführt werden kann, und wel-  
ches in seinen Abmessungen kompakt ausgeführt ist,  
wird ein Koppelgetriebe mit vier Planetenradsätzen (12,  
15, 19, 23) verwendet, bei welchem der erste Planetenrad-  
satz (12) eine Standübersetzung im Bereich von 3,0, der  
zweite Planetenradsatz (15) eine Standübersetzung im  
Bereich von 2,8, der dritte Planetenradsatz (19) eine  
Standübersetzung im Bereich von 3,8 und der vierte Pla-  
netenradsatz (23) eine Standübersetzung im Bereich von  
3,8 aufweist.



DE 101 28 076 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Leistungsverzweigungsgetriebe nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

[0002] In der EP 0 834 027 B1 ist ein Leistungsverzweigungsgetriebe offenbart, bei welchem ein hydrostatischer Leistungsweig und ein mechanischer Leistungsweig von einer Antriebswelle angetrieben und in einem Koppelgetriebe aufsummiert werden. Das Koppelgetriebe besteht aus vier Planetenradsätzen mit Kupplungen und Schalteinrichtungen, welche so geschaltet werden können, daß mit dem Leistungsverzweigungsgetriebe vier Fahrbereiche erreicht werden. Dem Koppelgetriebe nachgeschaltet ist eine Kupplung für Vorwärtsfahrt und eine Kupplung für Rückwärtsfahrt, wodurch nahezu gleiche Fahrgeschwindigkeiten in Vorwärtsfahrtrichtung und in Rückwärtsfahrtrichtung erreicht werden. Die Auslegung des Koppelgetriebes und des hydrostatischen Leistungsweiges ist so, daß bei der Schaltung von einem Fahrbereich in den nächsten nahezu keine Differenzdrehzahlen an den Schaltelementen vorhanden sind. Vorzugsweise werden gattungsgemäße Leistungsverzweigungsgetriebe in landwirtschaftlichen Fahrzeugen, wie z. B. Ackerschleppern, eingesetzt. In diesen Fahrzeugen ist der Bauraum für das Leistungsverzweigungsgetriebe sehr eingeschränkt, wodurch die Übersetzung des Leistungsverzweigungsgetriebes nicht beliebig wählbar ist. Durch die Verwendung von einer nachgeschalteten Kupplung für Vorwärtsfahrtrichtung und einer nachgeschalteten Kupplung für Rückwärtsfahrtrichtung wird immer eine Kupplung beim Betrieb des Fahrzeugs im offenen Zustand betrieben, d. h., zwischen diesen Lamellen ist eine Differenzdrehzahl vorhanden. Somit ist es auch nicht möglich, die Auslegung des hydrostatischen Leistungsweiges und die Auslegung des mechanischen Leistungsweiges so zu wählen, daß an den Kupplungen für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt sehr hohe Drehzahlen eingehen.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Leistungsverzweigungsgetriebe, insbesondere für landwirtschaftliche Fahrzeuge, zu schaffen, welches in seinen Außenabmessungen kompakt baut, um z. B. in einem Ackerschlepper eingesetzt werden zu können, welches vier Fahrbereiche in Vorwärtsfahrtrichtung und vier Fahrbereiche in Rückwärtsfahrtrichtung aufweist, und bei welchem die Kupplung für Vorwärtsfahrt und die Kupplung für Rückwärtsfahrt im geöffneten Zustand keine unzulässig hohen Differenzdrehzahlen aufweisen.

[0004] Die Aufgabe wird mit einem, auch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs aufweisenden, gattungsgemäßen Leistungsverzweigungsgetriebe gelöst.

[0005] Erfindungsgemäß weist das Leistungsverzweigungsgetriebe einen mechanischen und einen hydrostatischen Leistungsweig auf, welche in einem Koppelgetriebe summiert werden, welches aus vier Planetenradsätzen mit Kupplungen und Schaltelementen besteht, und bei welchem der Abtrieb des Koppelgetriebes mit einer Kupplung für Vorwärtsfahrt und einer Kupplung für Rückwärtsfahrt verbindbar ist, wobei der erste Planetenradsatz eine Standübersetzung im Bereich von 3,0, der zweite Planetensatz eine Standübersetzung im Bereich von 2,8, der dritte Planetensatz eine Standübersetzung im Bereich von 3,8 und der vierte Planetensatz eine Standübersetzung im Bereich von 3,8 hat. Der hydrostatische Leistungsweig besteht aus einer verstellbaren Pumpe, vorzugsweise einer Axialkolbenpumpe, mit einem Hubvolumen von nahezu 40 ccm/U und einem hydrostatischen Motor, vorzugsweise in Axialkolbenbauweise, mit einem Hubvolumen von nahezu 40 ccm/U. Vorzugsweise ist der hydrostatische Motor als

Konstantmotor ausgebildet. Der Aufbau des Koppelgetriebes kann der EP 0 843 027 B1 entnommen werden. Vorzugsweise ist das innere Zentralrad des ersten Planetenradsatzes des Koppelgetriebes, welches vom hydrostatischen Motor angetrieben wird, mit einer Zähnezah von 36 Zähnen ausgebildet. Die Planeten, welche mit diesem inneren Zentralrad in Verbindung stehen, weisen vorzugsweise eine Zähnezah von 35 Zähnen auf. Das äußere Zentralrad des ersten Planetenradsatzes weist eine Zähnezah von 108 Zähnen auf. Das äußere Zentralrad des ersten Planetenradsatzes ist mit den Planeten des zweiten Planetenradsatzes verbunden, welche vorzugsweise eine Zähnezah von 25 Zähnen aufweisen. Das innere Zentralrad des zweiten Planetenradsatzes, welches mit dem inneren Zentralrad des dritten Planetenradsatzes verbunden ist, weist eine Zähnezah von 40 Zähnen auf. Das äußere Zentralrad des zweiten Planetenradsatzes weist eine Zähnezah von 112 Zähnen auf. Der dritte Planetenradsatz besteht aus einem inneren Zentralrad mit 30 Zähnen, Planetenräder mit einer Zähnezah von 34 Zähnen und einem äußeren Zentralrad mit einer Zähnezah von 114 Zähnen. Der vierte Planetenradsatz besteht aus einem inneren Zentralrad mit einer Zähnezah von 30 Zähnen, Planetenräder mit einer Zähnezah von 34 Zähnen und einem äußeren Zentralrad mit einer Zähnezah von 114 Zähnen. Der hydrostatische Motor ist über ein erstes Stirnrad mit 49 Zähnen, welches mit einem Stirnrad mit 79 Zähnen in Wirkverbindung steht, mit dem inneren Zentralrad des ersten Planetenradsatzes verbunden. Das Koppelgetriebe ist mit einer Kupplung für Vorwärtsfahrt und einer Kupplung für Rückwärtsfahrt verbunden. Die Kupplung für Vorwärtsfahrt und die Kupplung für Rückwärtsfahrt sind vorzugsweise als Doppelkupplung ausgebildet. Der Abtrieb der Kupplung für Vorwärtsfahrt steht mit einem Stirnradgetriebe, dessen erstes Stirnrad eine Zähnezah von 59 Zähnen und dessen zweites Stirnrad eine Zähnezah von 62 Zähnen aufweist, in Verbindung. Der Abtrieb der Kupplung für Rückwärtsfahrt steht mit einem Stirnradgetriebe mit einem ersten Stirnrad mit einer Zähnezah von 23 Zähnen, einem Zwischenrad mit einer Zähnezah von 29 Zähnen und einem Abtriebsrad mit einer Zähnezah von 22 Zähnen in Verbindung. Der Abtrieb des Leistungsverzweigungsgetriebes ist mit einer Achse verbunden, welche vorzugsweise eine Übersetzung von nahezu 26,5 aufweist. Bei Verwendung eines Standardreifens für Ackerschlepper mit einem Wirkradius von nahezu 0,85 m erreicht das Fahrzeug im ersten Fahrbereich eine Geschwindigkeit von 5 km/h, im zweiten Fahrbereich eine Geschwindigkeit von 12 km/h, im dritten Fahrbereich eine Geschwindigkeit von 24 km/h und im vierten Fahrbereich eine Geschwindigkeit von 58 km/h. Durch die Verwendung dieser Übersetzungen im Koppelgetriebe und die Verwendung der Hydrostaten mit diesem Hubvolumen wird ein kompaktes Leistungsverzweigungsgetriebe geschaffen, welches in landwirtschaftlichen Fahrzeugen eingesetzt werden kann, bei welchem eine hohe Endgeschwindigkeit erreicht wird und bei welchem bei der Kupplung für Vorwärtsfahrt und der Kupplung für Rückwärtsfahrt keine unzulässig hohen Differenzdrehzahlen auftreten.

[0006] Es zeigen

[0007] Fig. 1 ein Schema eines Leistungsverzweigungsgetriebes und

[0008] Fig. 2 eine Tabelle mit den geschalteten Fahrbereichen.

[0009] Fig. 1:

Eine Antriebswelle 1 treibt einerseits über eine Stirnradstufe 2 mit einem Stirnrad 3 mit 44 Zähnen, einem Stirnrad 4 mit 41 Zähnen und einem Stirnrad 5 mit 23 Zähnen eine verstellbare hydrostatische Pumpe 6 mit einem Hubvolumen von 40 ccm/U an, welche einen hydrostatischen Motor 7 mit

einem Hubvolumen von 40 ccm/U antreibt. Der hydrostatische Motor 7 treibt über eine Stirnradstufe 8 mit einem ersten Stirnrad 9 mit einer Zähnezahzahl von 49 Zähnen und einem zweiten Stirnrad 10 mit einer Zähnezahzahl von 79 Zähnen ein inneres Zentralrad 11 mit einer Zähnezahzahl von 36 Zähnen eines ersten Planetenradsatzes 12 an, welches über Planetenräder 13 mit einer Zähnezahzahl von 53 Zähnen ein äußeres Zentralrad 14 mit einer Zähnezahzahl von 108 Zähnen antreibt. Der zweite Planetenradsatz 15 besteht aus einem inneren Zentralrad 16 mit 40 Zähnen, Planetenräder 17 mit 25 Zähnen und einem äußeren Zentralrad 18 mit 112 Zähnen. Der dritte Planetenradsatz 19 besteht aus einem inneren Zentralrad 20 mit 30 Zähnen, Planetenräder 21 mit 34 Zähnen und einem äußeren Zentralrad 22 mit 114 Zähnen. Der vierte Planetenradsatz 23 besteht aus einem inneren Zentralrad 24 mit 30 Zähnen, Planetenräder 25 mit 34 Zähnen und einem äußeren Zentralrad 26 mit 114 Zähnen. Der Abtrieb 27 des Koppelgetriebes steht mit einer Kupplung für Vorwärtsfahrt 28 und einer Kupplung für Rückwärtsfahrt 29 in Verbindung. Die Kupplung für Vorwärtsfahrt 28 steht mit einer Stirnradstufe mit einem ersten Stirnrad 30 mit 59 Zähnen und einem zweiten Stirnrad 31 mit 62 Zähnen in Verbindung. Die Kupplung für Rückwärtsfahrt 29 steht mit einer Stirnradstufe mit einem ersten Stirnrad 32 mit 23 Zähnen und einem zweiten Stirnrad 33 mit 29 Zähnen und einem dritten Stirnrad 34 mit 22 Zähnen in Verbindung. Der Abtrieb 35 des Leistungsverzweigungsgetriebes steht mit einer Achse 36 mit einer Übersetzung von 26,5 in Verbindung. Im Koppelgetriebe sind Schalteinrichtungen für eine erste Kupplung 37, eine zweite Kupplung 38, eine dritte Kupplung 39, eine vierte Kupplung 40 und eine fünfte Kupplung 41 angeordnet.

[0010] Fig. 2:

Für einen ersten Fahrbereich, bei einem angenommenen Reifenradius von 0,85 m von 0 bis 5 km/h, ist eine erste Kupplung 37, eine fünfte Kupplung 41 und für Vorwärtsfahrt eine Kupplung für Vorwärtsfahrt 28 geschlossen. Für einen zweiten Fahrbereich mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 12 km/h ist eine zweite Kupplung 38, eine fünfte Kupplung 41 und für Vorwärtsfahrt eine Vorwärtsfahrtskupplung 28 geschlossen. Für einen dritten Fahrbereich von 12 bis 24 km/h ist eine zweite Kupplung 38, eine dritte Kupplung 39 und bei Vorwärtsfahrt eine Vorwärtsfahrtskupplung 28 geschlossen. Für den vierten Fahrbereich von 24 bis 58 km/h ist eine zweite Kupplung 38, eine vierte Kupplung 40 und bei Vorwärtsfahrt eine Vorwärtsfahrtskupplung 28 geschlossen. Die Fahrbereiche für Rückwärtsfahrt ergeben sich analog, wobei hier die Kupplung für Vorwärtsfahrt 28 geöffnet und die Kupplung für Rückwärtsfahrt 29 geschlossen ist.

#### Bezugszeichen

- 1 Antriebswelle
- 2 Stirnradstufe
- 3 Stirnrad
- 4 Stirnrad
- 5 Stirnrad
- 6 Pumpe
- 7 Motor
- 8 Stirnradstufe
- 9 Stirnrad
- 10 Stirnrad
- 11 inneres Zentralrad
- 12 erster Planetenradsatz
- 13 Planetenrad
- 14 äußeres Zentralrad
- 15 Planetenradsatz
- 16 inneres Zentralrad

- 17 Planetenrad
- 18 äußeres Zentralrad
- 19 Planetenradsatz
- 20 inneres Zentralrad
- 21 Planetenräder
- 22 äußeres Zentralrad
- 23 Planetenradsatz
- 24 inneres Zentralrad
- 25 Planetenräder
- 26 Hohlrad
- 27 Abtrieb
- 28 Kupplung
- 29 Kupplung
- 30 Stirnrad
- 31 Stirnrad
- 32 Stirnrad
- 33 Stirnrad
- 34 Stirnrad
- 35 Abtrieb
- 36 Achse
- 37 erste Kupplung
- 38 zweite Kupplung
- 39 dritte Kupplung
- 40 vierte Kupplung
- 41 fünfte Kupplung

#### Patentansprüche

1. Leistungsverzweigungsgetriebe mit einem mechanischen und einem hydrostatischen Leistungszweig, welche in einem Koppelgetriebe summiert werden, und bei welchem das Koppelgetriebe aus vier Planetenradsätzen (12, 15, 19, 23) mit Kupplungen (37, 38, 39, 40, 41) und Schaltelementen besteht und der Abtrieb (27) des Koppelgetriebes mit einer Kupplung für Vorwärtsfahrt (28) und einer Kupplung für Rückwärtsfahrt (29) verbindbar ist und somit vier Fahrbereiche in Vorwärtsfahrtrichtung und vier Fahrbereiche in Rückwärtsfahrtrichtung schaltbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Planetenradsatz (12) eine Standübersetzung im Bereich von 3,0, der zweite Planetenradsatz (15) eine Standübersetzung im Bereich von 2,8, der dritte Planetenradsatz (19) eine Standübersetzung im Bereich von 3,8 und der vierte Planetenradsatz (23) eine Standübersetzung im Bereich von 3,8 aufweist.
2. Leistungsverzweigungsgetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Planetenradsatz (12) aus einem inneren Zentralrad (11) mit 36 Zähnen, mehreren Planetenrädern (13) mit 35 Zähnen und einem äußeren Zentralrad (14) mit 108 Zähnen besteht.
3. Leistungsverzweigungsgetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweite Planetenradsatz (15) aus einem inneren Zentralrad (16) mit 40 Zähnen, mehreren Planetenrädern (17) mit 25 Zähnen und einem äußeren Zentralrad (18) mit 112 Zähnen besteht.
4. Leistungsverzweigungsgetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der dritte Planetenradsatz (19) aus einem inneren Zentralrad (20) mit 30 Zähnen, mehreren Planetenrädern (21) mit 34 Zähnen und einem äußeren Zentralrad (22) mit 114 Zähnen besteht.
5. Leistungsverzweigungsgetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der vierte Planetenradsatz (23) aus einem inneren Zentralrad (24) mit 30 Zähnen, mehreren Planetenrädern (25) mit 34 Zähnen und einem äußeren Zentralrad (26) mit 114 Zähnen besteht.
6. Leistungsverzweigungsgetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der hydrostatische Leistungszweig aus einer Pumpe (6) mit einem Hubvolu-

men von nahezu 40 ccm/U und einem Motor (7) mit  
nahezu 40 ccm/U besteht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

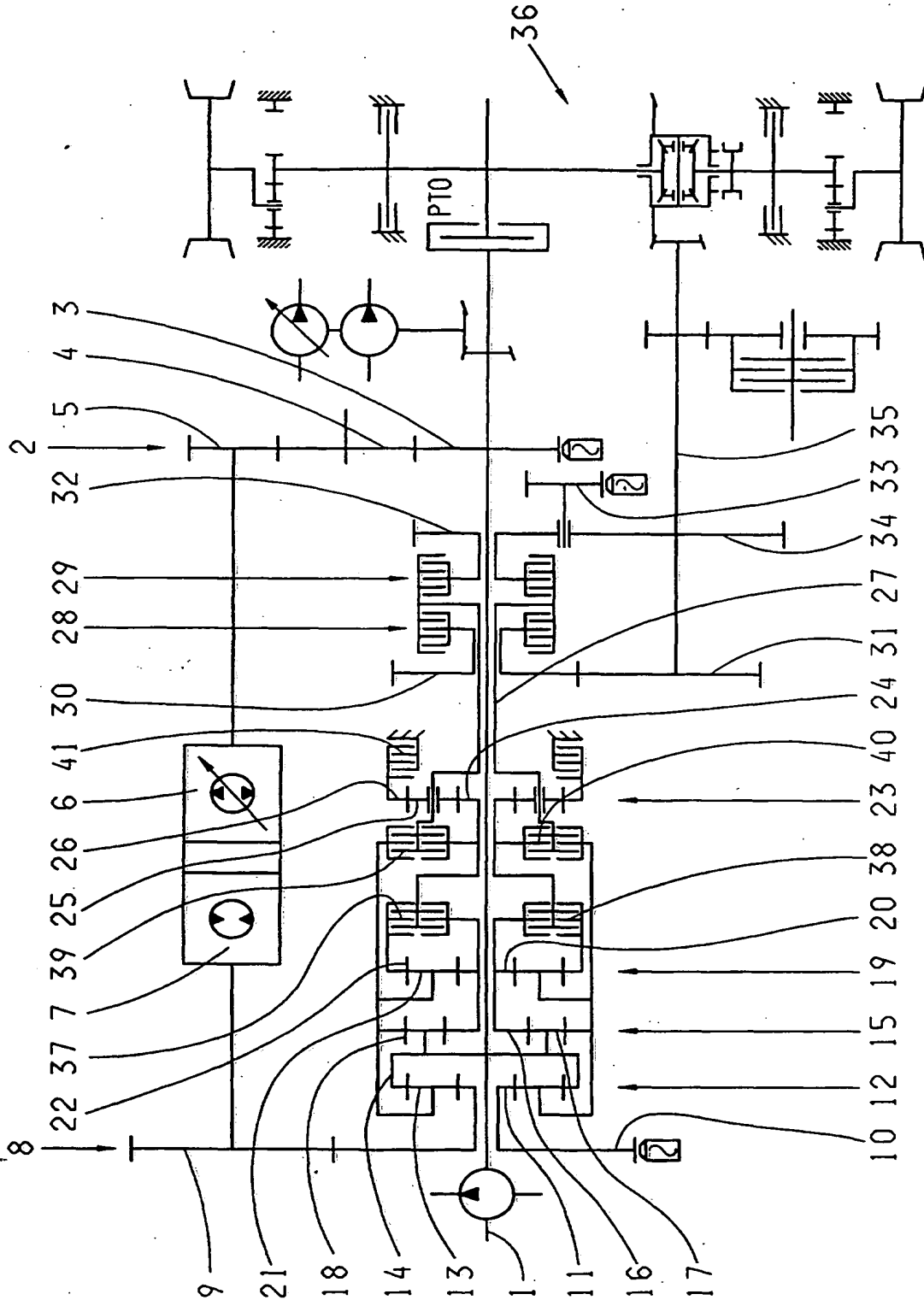


Fig. 1

V (km/h)	37	38	39	40	41	28	29	12	15	19	23
0 bis 5.0	•				•	•		•	•	•	•
5.0 bis 12.1		•			•	•		•	•		•
12.1 bis 24.2		•	•			•		•			
24.2 bis 58.1		•		•		•		•	•		
	•				•		•	•	•	•	•
		•			•		•	•	•		•
		•	•				•	•			
		•		•			•	•			•

Fig. 2